

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di laurea specialistica in Medicina e Chirurgia



TESI DI LAUREA

VENTILAZIONE BOCCA A BOCCA DURANTE LA RIANIMAZIONE
CARDIOPOLMONARE: STATO DELL'ARTE

RELATORE

Dott. Maurizio Cecchini

CANDIDATO

Alessandra Pagnini

ANNO ACCADEMICO 2013 / 2014

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare anzitutto il Dott. Maurizio Cecchini, mio Relatore, per l'aiuto, i consigli e l'incoraggiamento che mi ha dato nello svolgimento di questa tesi, per la sua grande disponibilità e reperibilità durante l'intera stesura.

Un ringraziamento particolare va ai miei genitori, le mie colonne portanti, senza i quali non sarei quella che sono e senza i quali non avrei mai potuto realizzare questo percorso.

Vorrei inoltre ringraziare Davide, per i consigli e il sostegno che mi ha dato durante il mio lavoro.

Un grande ringraziamento va infine ai miei nonni, al resto della mia famiglia, alla mia migliore amica Consuelo, ai miei colleghi e compagni di avventura, Giulia e Andrea, per aver sempre creduto in me.

INDICE

Riassunto.....	pag 4
Introduzione.....	pag 8
Morte cardiaca improvvisa.....	pag 12
• Definizione.....	pag 12
• Epidemiologia.....	pag 13
• Eziopatogenesi.....	pag 16
• Fisiopatologia.....	pag 18
• Trattamento arresto cardiaco...	pag 23
Considerazioni fisiopatologiche.....	pag 26
Conclusioni.....	pag 44
Bibliografia.....	pag 46
Legenda delle figure.....	pag 51
Figure (1-4).....	pag 52

RIASSUNTO

È ben noto, nell'immaginario collettivo, che la rianimazione cardiopolmonare (RCP) in soggetto colpito da arresto cardiaco extraospedaliero, eseguita da parte di soccorritori laici o professionisti sprovvisti dell'adeguata strumentazione, consista nell'alternanza di compressioni toraciche e ventilazioni polmonari effettuate con tecnica bocca a bocca. Tale sequenza è stata patrimonio culturale anche dello stesso personale medico che, tramite video divulgativi delle maggiori società mondiali di rianimazione cardiopolmonare, ha contribuito ad erudire la popolazione generale.

Tuttavia recenti evidenze hanno messo in luce alcune criticità riguardo a quello che fino ad oggi è stato uno dei cardini della rianimazione cardiopolmonare: la respirazione bocca a bocca.

A partire da basi fisiopatologiche è anzitutto ovvio che, considerato che l'aria espirata dal soccorritore è composta da anidride carbonica, la miscela che si viene a creare tra quest'ultima e l'ossigeno presente nello spazio morto delle vie aeree del paziente, determina una riduzione della FiO_2 di circa il 10% rispetto a quella dell'aria ambiente (21%). Si stima inoltre che, ad ogni compressione toracica, inducendo un'"espirazione artificiale" nel paziente in arresto cardiaco, si determini la fuoriuscita di circa 30 cc di aria, con conseguente inalazione della stessa quantità di aria atmosferica; considerato quindi che la frequenza di un efficace massaggio cardiaco esterno (MCE) deve essere di almeno 100 compressioni al minuto, nel paziente in arresto, con il solo massaggio cardiaco, si garantisce uno scambio aereo di circa 3 litri al minuto.

A questo si aggiunge che, durante le manovre ventilatorie, si viene ad instaurare una pressione toracica positiva in grado di ostacolare il ritorno venoso con conseguente riduzione della gittata cardiaca ottenuta tramite MCE. Inoltre, la stessa interruzione del MCE per eseguire le ventilazioni, riduce la portata cardiaca e conseguentemente la perfusione renale, con aggravamento dell'acidosi metabolica, parametro fondamentale per l'efficacia della successiva defibrillazione elettrica.

Inoltre alcuni studi retrospettivi (se pur di piccole dimensioni in relazione alla difficoltà di condurre studi su grandi numeri in tale ambito) hanno dimostrato un miglior outcome neurologico nei pazienti sopravvissuti ad arresto cardiocircolatorio rianimati con tecnica "hands only CPR" (CCCPR) rispetto a quelli che hanno ricevuto rianimazione cardiopolmonare tradizionale.

Non di secondaria importanza risultano essere anche i risvolti psicologici che la tecnica bocca a bocca suscita nel soccorritore, dimostrati essere quindi un freno all'esecuzione di un'adeguata RCP; inoltre è opportuno sottolineare che, mentre le prime due ventilazioni possono essere relativamente efficaci, le successive coppie di ventilazioni si riducono progressivamente in termini di quantità di aria insufflata per il graduale affaticamento del soccorritore.

In conclusione, vi sono quindi molti più elementi a dimostrazione dell'inefficacia se non addirittura dell'ostacolo che la tecnica di respirazione bocca a bocca apporta allo svolgimento di una corretta rianimazione del paziente colpito da arresto cardiaco in ambiente extraospedaliero.

INTRODUZIONE

“The present study suggest that the combination of early defibrillation with public-access AEDs and Compression-Only CPR by bystanders is the best way to save lives after sudden cardiac arrest. Neurologically favorable survival after witnessed ventricular fibrillation was >40% among those who received Compression-Only CPR and defibrillation with public-access AEDs”.¹

“The findings provide strong support for long-term mortality benefit on dispatcher CPR instruction strategy consisting of chest compression alone rather than chest compression plus rescue breathing among adult patients cardiac arrest requiring dispatcher assistance”.²

Le citazioni sopra riportate risultano essere ben esplicative circa le modifiche presenti nelle linee guida dell'American Heart Association (AHA) 2010 riguardanti l'approccio assistenziale da parte di laici nei confronti di un paziente con arresto cardiaco extraospedaliero.

I precedenti protocolli prevedevano che la rianimazione cardiopolmonare da parte di lay-rescuer (soccorritore laico) fosse effettuata mediante l'alternarsi di 2 ventilazioni con tecnica bocca-a-bocca e di 30 compressioni toraciche per ogni ciclo, eseguendo cicli continui fino all'arrivo di un defibrillatore o di personale medico specializzato.

Le nuove proposte dell'AHA, in seguito alle evidenze fisiopatologiche emerse dai vari studi condotti, conferiscono una maggior enfasi sull'esecuzione ininterrotta delle

compressioni toraciche, tralasciando l'assistenza ventilatoria con tecnica bocca-a-bocca da parte di personale laico, sostenendo che quest'ultima, contrariamente a quanto pensato fino ad ora, sia inutile e addirittura di intralcio ai fini della sopravvivenza dei pazienti e dell'outcome neurologico dei pazienti sopravvissuti.

Le linee guida AHA 2010 consigliano infatti di modificare la sequenza del Basic Life Support (BLS) da A-B-C (Airway, Breathing, Chest compression) a C-A-B (Chest compression, Airway, Breathing) in modo da ridurre al minimo il ritardo nell'effettuazione del MCE; la ventilazione quindi non riveste un ruolo prioritario nei primi minuti successivi ad un arresto cardiaco, breve periodo nel quale la pressione parziale ematica dell'ossigeno rimane infatti a livelli moderatamente adeguati.

Un'ulteriore modifica prevede l'eliminazione della manovra GAS (Guarda, Ascolta e

Senti), utilizzata precedentemente per valutare la respirazione del paziente una volta aperte le vie aeree; nelle nuove linee guida infatti il soccorritore è tenuto a concentrarsi e ad eseguire prima possibile le compressioni toraciche, minimizzando quanto più possibile il tempo di inizio della RCP ³.

MORTE CARDIACA IMPROVVISA

DEFINIZIONE

La morte cardiaca improvvisa (MCI) è definita come *morte naturale per cause cardiache* in soggetti con o senza preesistenti malattie cardiache note, ma nei quali la dinamica e la modalità di morte sono inaspettate. In rapporto alla dimensione temporale, il termine “improvvisa” si riferisce, nella maggioranza degli studi clinici ed epidemiologici, ad un periodo non superiore ad 1 ora, che intercorre tra la comparsa delle modificazioni dello stato clinico che preludono all’evento terminale, e l’arresto cardiaco stesso.⁴

EPIDEMIOLOGIA

Non risulta agevole la valutazione dei dati epidemiologici riguardanti la MCI, sia per l'effettiva differenza di incidenza fra popolazioni a basso o ad alto rischio e tra le diverse aree geografiche, sia perché si tratta di dati statistici non univoci, spesso differenti perché diversa è la definizione utilizzata nei diversi studi. Sicuramente rappresenta una delle principali cause di morte nei paesi industrializzati ed è responsabile del 60-70% di tutti i decessi di origine cardiovascolare. In Europa le malattie cardiovascolari sono responsabili di circa il 40% di tutti i decessi della popolazione sotto i 75 anni. L'arresto cardiaco improvviso è causa di circa l'80% delle morti da coronaropatia nell'adulto. Dati raccolti in 37 comunità in Europa indicano che l'incidenza annuale di arresti cardiaci sostenuti da qualsiasi ritmo e trattati da servizi di emergenza medica in ambiente

extraospedaliero è di 38 per 100.000 abitanti. In base agli stessi dati l'incidenza annuale della fibrillazione ventricolare (FV) trattata dai servizi di emergenza medica è di 17 per 100.000 e la sopravvivenza alla dimissione dall'ospedale è del 10,7% dopo arresto cardiaco sostenuto da qualsiasi ritmo e del 21,2% dopo arresto cardiaco da FV. Dati recenti rilevati in 10 centri nordamericani mostrano un quadro del tutto sovrapponibile: il tasso mediano di sopravvivenza alla dimissione dall'ospedale in pazienti trattati da sistemi di emergenza medica era del 8,4% dopo arresto cardiaco sostenuto da qualsiasi ritmo e del 22.0% dopo FV ⁵.

Il picco di incidenza della patologia si ha tra i 45 e i 75 anni con una netta prevalenza del sesso maschile nelle fasce più giovani di età, che si attenua finché il rapporto maschi : femmine diviene circa 2:1 nelle decadi più avanzate (65-74 anni). Tale distribuzione

segue, in prima istanza, quella della malattia coronarica.

Negli uomini tra 60 e 69 anni con anamnesi di cardiopatia sono state riportate percentuali di MCI dell'8‰ per anno ⁶.

In Italia l'arresto cardiaco improvviso determina più di 70000 decessi l'anno, il che equivale a dire circa 200 morti al giorno.

EZIOPATOGENESI

In tutto il mondo, e specialmente nelle società occidentali, la malattia aterosclerotica coronarica è la più frequente alterazione strutturale (circa 80% dei casi) associata alla MCI negli adulti di età media o più anziani. Il 10-15% di MCI è causato da cardiomiopatie non ischemiche (dilatative e ipertrofiche insieme) e solamente il 5-10% delle MCI dipende dalle altre cardiopatie a diversa eziologia. Le sindromi aritmogene ereditarie sono proporzionalmente più comuni negli adolescenti e nei giovani adulti ⁴.

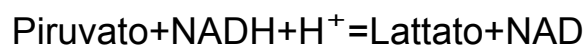
Le disfunzioni elettriche più frequenti alla base dell'arresto cardiaco sono la tachicardia ventricolare senza polso (TV) e la fibrillazione ventricolare (FV), responsabili di circa il 75-80% degli arresti cardiaci; in tali casi, l'arresto cardiaco improvviso è definito aritmico, ossia caratterizzato dalla presenza di un'aritmia defibrillabile (o altrimenti definita *shockabile*).

Le bradiaritmie gravi persistenti, l'asistolia e l'attività elettrica senza polso (*pulseless electrical activity*, PEA), che caratterizzano invece l'arresto cardiaco improvviso non aritmico, essendo ritmi non defibrillabili o non shockabili, sono responsabili per un altro 20-30%⁷.

FISIOPATOLOGIA

I principali eventi fisiopatologici che si verificano in seguito ad un arresto cardiorespiratorio sono rappresentati da sviluppo di ipercapnia, riconducibile all'insufficienza respiratoria, che determina acidosi respiratoria, e da un'ipoperfusione globale prolungata a livello tissutale, dovuta all'insufficienza cardiocircolatoria, con conseguente attivazione da parte delle cellule del metabolismo anaerobio e successiva insorgenza di acidosi metabolica; ciò che avviene, al momento in cui la disponibilità di ossigeno non è più adeguata alle richieste energetiche, consiste in un'alterazione a livello del flusso di elettroni attraverso la catena dei citocromi; si riduce la produzione di ATP e i sistemi cellulari di ossidoriduzione, come il NADH/NAD, vengono deviati verso lo stato ridotto. La riduzione del contenuto di ATP e l'incremento parallelo

nelle concentrazioni di ADP e AMP, determinano l'attivazione della fosfofruttochinasi, enzima chiave nella regolazione della glicolisi. L'aumento della glicolisi determina maggior produzione di piruvato e l'aumento del rapporto NADH/NAD ne riduce l'ossidazione. Il piruvato e il lattato sono in relazione prossima all'equilibrio, nella seguente reazione catalizzata dalla latticodeidrogenasi



Di conseguenza la concentrazione del lattato tende ad aumentare parallelamente all'aumento della concentrazione del piruvato e all'aumentare del rapporto NADH/NAD. Dal momento che entrambe le condizioni si producono in caso di deprivazione tissutale di ossigeno, ne deriva un aumento del lattato; il lattato va incontro ad accumulo in quanto questo può essere eliminato solo per

retroconversione a piruvato, processo ostacolato finché rimangono elevati i livelli di piruvato e il rapporto di NADH/NAD. Poiché globalmente il processo della glicolisi porta a formazione di uno ione H^+ per ogni molecola di lattato prodotta, la produzione di acidi aumenta proporzionalmente all'aumento del lattato⁴.

Alle conoscenze del processo appena descritto, si aggiungono inoltre nuove informazioni circa i determinanti dell'acidosi metabolica, in pazienti colpiti da arresto cardiaco, grazie agli studi condotti da Makino e colleghi nel 2005; il confronto tra 105 pazienti con arresto cardiaco avvenuto in ambiente extraospedaliero e 28 pazienti con ingiurie minori (controllo), tutti ammessi al Dipartimento di Emergenza dell'ospedale terziario di Tokyo, ha dimostrato come i primi avessero un'acidosi metabolica severa rispetto ai secondi; è stato inoltre dimostrato che in tali pazienti, nonostante fosse il lattato

a rappresentare il maggior determinante dell'acidosi (50%), erano presenti anche alterazioni di altri parametri, risultavano infatti essere iperkaliemici, ipocloremici, iperfosfatemici ed ipoalbuminemici ⁸. Le conclusioni di questo studio hanno portato ad affermare che la causa dell'acidosi metabolica in pazienti colpiti da arresto cardiaco extraospedaliero è complessa e non è dovuta solo all'iperlattatemia, ma contribuiscono anche aumentati livelli di fosfati e un incremento del gap anionico; si è inoltre potuto vedere che l'azione acidificante di tali elementi è in parte attenuata mediante l'alcalinizzazione, che si ricava con l'abbassamento dei valori di cloremia e albuminemia, e mediante il contemporaneo incremento dei livelli di kaliemia, magnesemia e calcemia. Il significato clinico e prognostico di queste nuove evidenze dovrà richiedere ulteriori ricerche.

Ciò che si verifica quindi in seguito ad arresto cardiorespiratorio, è il delinearsi di un quadro di acidosi mista, con vertiginosa caduta del pH, fino a valori pari a 6,9 entro tre-cinque minuti dall'insulto cardiaco, a cui consegue il blocco totale delle attività dei vari sistemi enzimatici dell'organismo.

In caso di acidosi metabolica da causa non renale, il compenso, nel caso in cui reni e polmoni non siano danneggiati, consiste in un intervento sia di tipo renale che di tipo respiratorio. Tuttavia nel caso di un paziente in arresto cardiorespiratorio, essendo la funzionalità polmonare compromessa, l'unica risorsa a disposizione dell'organismo per rallentare la caduta esponenziale del pH, è rappresentata dall'aumento del riassorbimento dei bicarbonati a livello renale.

TRATTAMENTO DELL'ARRESTO

CARDIACO

La MCI è la diretta conseguenza di un arresto cardiaco che potrebbe essere reversibile se prontamente affrontato. Sono oggi disponibili tecniche di rianimazione e sistemi di soccorso immediato che offrono concrete possibilità di sopravvivenza anche ai pazienti colpiti da arresto cardiaco in sede extraospedaliera, in passato destinati inevitabilmente al decesso.

Sin dai primi anni del 1990, l'European Resuscitation Council (ERC, Consiglio Europeo per la Rianimazione) ha sollecitato lo sviluppo di approcci innovativi per ridurre il tempo richiesto per procedere alla RCP e alla defibrillazione allo scopo di migliorare gli esiti derivanti da arresto cardiaco improvviso. Tra i sopravvissuti, le complicanze neurologiche rappresentano la principale causa di morbidità e disabilità. Uno dei fattori determinanti per il

miglioramento degli esiti cerebrali durante la RCP è il mantenimento di un'adeguata perfusione cerebrale. Pertanto, nelle pratiche di rianimazione cardiopolmonare adottate negli ultimi anni, l'efficacia delle compressioni toraciche è stata considerata l'aspetto di cruciale importanza.

Le difficoltà incontrate nel migliorare la RCP effettuata da astanti riguardano la somministrazione di efficaci compressioni toraciche e di una defibrillazione tempestiva. Al fine di rispondere ai requisiti dei programmi di defibrillazione ad accesso pubblico, devono essere affrontate le tematiche relative all'eliminazione dei controlli del polso e all'attenzione da rivolgere alle compressioni toraciche piuttosto che alle ventilazioni; un buon massaggio cardiaco prevede il posizionamento del palmo di una mano sulla parte inferiore dello sterno, e l'altra mano sul dorso della prima, compressioni ripetute

verso il basso ad una frequenza minima di 100 al minuto, mantenendo le braccia tese. Bisogna applicare una forza adeguata e spingere verso il basso lo sterno per almeno 5 cm nell'adulto e di almeno un terzo del diametro antero-posteriore del torace nei lattanti e nei bambini, per poi tornare rapidamente alla posizione di partenza⁹. L'impiego delle compressioni toraciche si fonda sul presupposto che la compressione del cuore mantenga la sua funzione di pompa permettendo il riempimento e lo svuotamento sequenziale delle camere cardiache, mentre le valvole cardiache preservano la direzione del flusso sanguigno.

CONSIDERAZIONI FISIOPATOLOGICHE

La pressione parziale dell'ossigeno nell'aria presente nello spazio morto delle vie aeree di un paziente colpito da arresto cardiaco, è uguale a quella dell'aria atmosferica, quindi pari al 21%; nel caso in cui la tecnica rianimatoria venga eseguita mediante le ventilazioni bocca a bocca, il *lay-rescuer*, se è vero che da un lato, mediante la propria espirazione, favorisce la progressione di tale aria nei polmoni del paziente, dall'altro determina inevitabilmente la formazione di una miscela tra l'ossigeno presente nello spazio morto delle vie aeree del paziente e l'anidride carbonica che egli stesso espira, abbassando quindi la percentuale di ossigeno, che entra a livello polmonare, a valori pari a 10-12%.

Le precedenti linee guida della RCP eseguita da astanti prevedevano l'alternarsi di 30 compressioni toraciche e 2 ventilazioni; tuttavia l'effettuazione di queste ultime fa sì che ci sia un' interruzione del MCE nei vari cicli rianimatori e conseguente riduzione della perfusione cerebrale e soprattutto renale, con impedimento del riassorbimento di NaHCO_3 , unico modo per impedire la caduta esponenziale del pH a livelli incompatibili con la vita, dopo 3-5 minuti dall'arresto cardiaco¹⁰. Con il solo MCE senza ventilazioni, eseguito nei primissimi minuti dopo l'insulto cardiaco, si cerca quindi di mantenere il più possibile la perfusione renale per arginare l'acidosi in attesa di un DAE, in quanto defibrillare un paziente con pH uguale o inferiore a 6,9, che quindi presenta un blocco totale dei vari meccanismi enzimatici, compresi quelli cardiaci, non ha nessuna utilità; determinando invece un rallentamento della caduta del pH mediante il

MCE, sussistono maggiori possibilità che il cuore, dopo la defibrillazione, possa riprendere la propria attività.

Mediante la ventilazione, a livello della cassa toracica del paziente, si viene a creare una pressione positiva, che andrà a comprimere la vena cava superiore e la porzione sovradiaframmatica della vena cava inferiore, essendo queste strutture vascolari a bassa pressione; si viene a verificare in questo modo una riduzione quantitativa del ritorno venoso al cuore, che esita inevitabilmente in una diminuzione della gittata cardiaca ottenuta mediante il MCE ^{1, 10} . Al contrario quindi, non effettuando la ventilazione, la pressione negativa all'interno della cassa toracica permette di mantenere pervia la vena cava, facendo sì che, mediante il MCE, si riesca a garantire il ritorno venoso, cercando di mantenere il più possibile la gittata cardiaca a livelli accettabili (un

massaggio cardiaco eseguito da un soccorritore esperto, permette di mantenere una portata cardiaca pari a 1250 ml/min, pari quindi ad 1/4 di quella fisiologica).

Le compressioni toraciche che il soccorritore esegue sul paziente in arresto cardiaco, si traducono in un massaggio che è sia cardiaco sia polmonare: si ottiene una compressione ovviamente a livello del cuore, a cui però si aggiunge contemporaneamente una pressione anche a livello polmonare; questo comporta quindi la fuoriuscita di 30 cc di aria, contenente CO₂, ad ogni compressione, esercitando sul paziente una sorta di “espirazione artificiale”; inoltre, durante il MCE, ad ogni rilasciamento, si crea pressione negativa a livello polmonare, con conseguente aspirazione di altrettanti 30 cc di aria atmosferica, che contiene il 21% di ossigeno, che quindi giunge nelle vie aeree del paziente ¹¹. Tenendo conto che la

frequenza del massaggio cardiaco deve essere di almeno 100 compressioni al minuto, si deduce come ogni minuto, mediante il massaggio cardiopolmonare, si permetta al paziente di avere uno scambio aereo pari a circa 3000 mL.

Considerato che la frequenza respiratoria fisiologica è in media pari a 12 atti al minuto, in ciascuno dei quali si ha un volume corrente di circa 500 ml di aria, si quantifica lo scambio aereo nel soggetto normale pari a circa 6 L al minuto; si evidenzia quindi come in un paziente colpito da arresto cardiaco, mediante l'esecuzione di efficaci e continue compressioni toraciche, si possa riuscire a garantire uno scambio aereo al minuto che risulta essere circa la metà di quello del soggetto normale.

Questioni psicologiche possono bloccare il *lay rescuer* nell'esecuzione della respirazione

bocca a bocca ¹², come nel caso ad esempio egli si trovi di fronte ad un paziente anziano, ad un paziente colpito da edema polmonare acuto che quindi presenta espettorazione di schiuma bianca o rosata, nel caso in cui a livello del cavo orale del paziente siano presenti vomito o sangue; a questo punto il soccorritore laico, preoccupandosi di non riuscire ad eseguire la respirazione bocca a bocca, non sarà capace di concentrarsi sulle compressioni toraciche. Quindi, il non dover eseguire la ventilazione, tranquillizza il *lay rescuer*, aiutandolo ad acquisire maggior fiducia in se stesso, consentendo l'esecuzione di un buon MCE.

Si evidenzia quindi come la tecnica di RCP costituita dalle sole compressioni toraciche sia più facile da insegnare, da ricordare e quindi da eseguire, e come il non dover effettuare la ventilazione bocca a bocca sia

un incentivo per il soccorritore ad iniziare le manovre rianimatorie ¹⁰.

Quindi una rianimazione cardiopolmonare che non prevede la tecnica di respirazione bocca a bocca, può determinare una disseminazione delle capacità salva vita all'interno della popolazione generale ¹³.

Uno studio condotto dal Gentofte University Hospital di Copenaghen, Danimarca, nel 2012, ha dimostrato che uno sforzo a livello nazionale per aumentare il numero di persone addestrate nell'esecuzione della RCP produceva un aumento delle manovre rianimatorie condotte da passanti e infine contribuiva ad aumentare la sopravvivenza dopo arresto cardiaco.

In Danimarca infatti, dal 2005, l'apprendimento della RCP è diventato obbligatorio sia nelle scuole elementari sia durante il conseguimento della patente di guida. Tra il 2005 e il 2010 sono stati distribuiti gratuitamente ai cittadini 150.000

libretti di istruzioni alle manovre di rianimazione.

Per verificare l'efficacia degli sforzi a livello nazionale, tale studio ha identificato, con il Registro danese degli arresti cardiaci, i 19.468 pazienti vittime di arresti extraospedalieri sottoposti a RCP nell'ultimo decennio, osservando un aumento della percentuale dell'utilizzo di manovre di rianimazione, salita dal 21,1 al 44,9%. Aumentata anche la sopravvivenza all'arrivo in ospedale (7,9 contro 21,8%) così come a 30 giorni (3,5 contro 10%) e a 1 anno (2,9 contro 10,%). Aumentato anche l'uso del defibrillatore da parte dei passanti (1,1 contro 2,2%). Dallo studio si desume pertanto che, con l'addestramento dei cittadini alle manovre di rianimazione, insieme alle altre iniziative, in Danimarca, tra il 2001 e il 2010, vi è stato un aumento della sopravvivenza da arresto cardiaco extraospedaliero¹⁴.

Il successo delle manovre di rianimazione in un soggetto colpito da arresto cardiaco improvviso è legato al tempo intercorso tra l'insorgenza dell'arresto del circolo e l'istituzione della terapia rianimatoria (Fig. 1): una RCP e una defibrillazione eseguite entro i primi 4 minuti da un arresto cardiaco, determinano un aumento del tasso di sopravvivenza pari al 30%, per cui un approccio immediato raddoppia o addirittura triplica i tassi di sopravvivenza.

La possibilità di ripristinare una circolazione efficace e la probabilità di sopravvivenza dopo defibrillazione diminuisce in maniera quasi lineare dal primo al decimo minuto dall'evento cardiaco (Fig. 2).

La probabilità di una prognosi favorevole aumenta quindi quando l'arresto avviene in ambienti idonei ad istituire tempestivamente manovre di rianimazione cardiopolmonare e la defibrillazione precoce.

I defibrillatori automatici esterni (DAE) sono dispositivi facilmente utilizzabili anche da soccorritori non professionali o inesperti; l'impiego di tali dispositivi ha incrementato il livello di risposta terapeutica nello scenario dell'arresto cardiaco. Alcuni studi hanno dimostrato che l'utilizzo dei defibrillatori automatici esterni da parte di soccorritori non professionali nell'ambito di sistemi di risposta strategica e di pubblico accesso da parte di personale laico, migliora il tasso di sopravvivenza dopo arresto cardiaco. Si tratta di una strategia che si basa sulla riduzione del tempo che intercorre dall'arresto cardiaco fino alla prima scarica di defibrillatore, in attesa che siano intrapresi i provvedimenti di supporto vitale avanzato ⁴.

Il concetto di fondamentale importanza che emerge è quindi quello di eseguire un massaggio cardiaco esterno continuo e di buona qualità, mentre il DAE viene

recuperato, applicato e caricato, al fine mantenere la gittata cardiaca, cercando quindi di arginare il più possibile l'acidosi. In questo modo aumentano le probabilità che il cuore di riprenda la propria attività dopo la scarica elettrica del defibrillatore, senza quindi che sia subentrato il blocco enzimatico acidotico.

Considerando inoltre l'evoluzione tachiaritmica che si verifica in seguito ad un insulto cardiaco, si nota come, nel giro di pochi minuti, si abbia una successione che conduce all'asistolia (Fig. 3); da questo si deduce come defibrillando il prima possibile, riuscendo, almeno inizialmente, ad arginare l'aggravarsi dell'acidosi mediante MCE, ci siano maggiori possibilità di trovare il cuore in una condizione di aritmia reversibile.

Ovviamente il successo delle manovre iniziali di rianimazione e la sopravvivenza in un ambito extraospedaliero dipendono in gran

parte anche dalle condizioni cliniche del paziente precedenti all'arresto cardiaco e dai fattori eziopatogenetici; la prognosi migliore è quella dell'arresto cardiaco secondario alla tachicardia ventricolare senza polso, a cui fa seguito, l'arresto conseguente a fibrillazione ventricolare; l'asistolia e l'attività elettrica senza polso sono in genere invece seguiti da outcome sfavorevole. Anche l'età avanzata influenza negativamente la possibilità di una rianimazione cardiopolmonare efficace.

La combinazione di una defibrillazione precoce mediante DAE e di una CPR con tecnica "hands-only" permette di ottenere inoltre un outcome neurologico favorevole in circa il 40% dei pazienti ¹.

A conferma di ciò, è stato eseguito uno studio: in 64 suini è stato indotto un ritmo di fibrillazione ventricolare; essi sono stati divisi in 4 gruppi, ciascuno con crescente durata (3, 4, 5, e 6 minuti, rispettivamente) di FV, prima

dell'inizio delle manovre rianimatorie, costituite o da compressioni toraciche continue o da 30 compressioni alterate a 2 ventilazioni. Dopo 12 minuti dall'induzione della FV tutti gli animali sono stati sottoposti a defibrillazione. Nelle 24 ore successive, un normale outcome neurologico è stato osservato in 23 animali dei 33 (70%) in cui erano state eseguite le compressioni toraciche continue, ma solo in 13 dei 31 (42%) ai quali era stata riservata la tecnica di RCP tradizionale, dimostrando quindi il miglior beneficio apportato dalla rianimazione eseguita esclusivamente con il MCE ¹⁵.

Da quanto detto sopra, si deduce come la tecnica "hands-only CPR" abbia miglior efficacia rispetto alla RCP tradizionale, potendo essere quindi considerata come il miglior approccio da parte del lay-rescuer al paziente colpito da arresto cardiaco extraospedaliero (Fig. 4), soprattutto in caso

di possibile o confermata origine cardiaca, di ritmo shockabile e di breve tempo intercorso tra l'arresto e l'inizio della rianimazione ².

Come si evince comparando le due curve della Figura 4, la rianimazione cardiopolmonare con il solo massaggio cardiaco, eseguita in pazienti randomizzati, risulta essere migliore in termini di sopravvivenza. Tale differenza si mantiene statisticamente significativa anche dopo aggiustamento dei potenziali fattori confondenti (adjusted hazard ratio [HR], 0.91; 95% confidence interval [CI], 0.83-0.99; P=0.02).

L'esecuzione di un MCE vigoroso e continuativo durante i primi minuti dall'arresto cardiaco improvviso, unitamente all'utilizzo precoce di un DAE, ha permesso di raggiungere, in caso di arresto cardiaco, una percentuale di sopravvivenza compresa tra il

25 e il 74%, rispetto all'1-2% riscontrata in seguito alla sola esecuzione della RCP tradizionale^{12, 16}

Si evidenzia dunque come, mediante l'impiego di ragionevoli risorse, si possa riuscire a migliorare nettamente la prognosi di un evento, altrimenti gravato da una mortalità pari al 99%.

Tuttavia le ventilazioni continuano ad avere un ruolo che non può essere tralasciato nei pazienti in cui l'arresto cardiocircolatorio non è dovuto primariamente ad una causa cardiaca, con conseguente maggior beneficio per questi soggetti di una RCP tradizionale ¹. Alcuni tipi di arresto cardiaco infatti non insorgono improvvisamente in seguito ad un evento a partenza cardiaca, ma rappresentano il momento terminale in un contesto di progressiva ipossiemia e acidosi, dovuto ad arresto respiratorio, che può conseguire a varie cause tra cui ad esempio

un semi annegamento o un'intossicazione da oppiacei . In questi casi, la mancata ossigenazione ematica determina una condizione di anossia cerebrale che comporta l'insorgenza di un arresto respiratorio, con successivo accumulo di anidride carbonica nel sangue e conseguente acidosi respiratoria, a cui poi si aggiunge la componente metabolica, dovuta all'attivazione da parte dei tessuti periferici, privi di ossigeno, di un metabolismo energetico anaerobio, con formazione di lattati. Si viene perciò a delineare un quadro di acidosi mista. Quindi il coesistere di condizioni come l'anossia, l'acidosi e gli squilibri elettrolitici ed emodinamici che ne conseguono, determinano disturbi del ritmo cardiaco che esitano nell'arresto cardiaco.

Anche nel paziente pediatrico la fisiopatologia dell'arresto cardiaco si differenzia da quella dell'adulto: mentre in quest'ultimo l'arresto cardiaco è causato

prevalentemente da un'aritmia primaria ipercinetica, la tachicardia ventricolare e la fibrillazione ventricolare in pediatria sono invece rare; l'arresto cardiaco è infatti conseguenza, nella grande maggioranza dei casi, di una marcata bradicardia evolvente in asistolia, dovuta ad un arresto respiratorio, che può insorgere in seguito ad una patologia acuta respiratoria, neurologica o infettiva⁷.

Da queste cascate fisiopatologiche, si evidenzia come, in questi casi, l'evento scatenante l'arresto cardiaco consista in un precedente arresto respiratorio; ne consegue che in tali gruppi di pazienti, essendo il trigger diverso, la RCP composta inizialmente dall'esecuzione di 2 ventilazioni nell'adulto e 5 ventilazioni nel bambino, con il successivo alternarsi di ventilazioni e compressione toraciche, sia da preferire¹⁷.

Un importante quesito irrisolto, che potrà essere materia di prossimi studi, consiste nel

trovare elementi che permettano di distinguere l'origine cardiaca o non-cardiaca dell'arresto cardiocircolatorio, in modo da eseguire la tecnica di rianimazione con miglior beneficio per il caso specifico ¹. Bisogna considerare tuttavia che la maggior parte delle vittime di un arresto cardiaco sono adulte e che, nei 2/3 dei casi, la causa è primariamente cardiaca ¹⁸.

CONCLUSIONI

Per concludere, si evince che salvare un paziente colpito da arresto cardiaco da parte di un soccorritore laico non solo è possibile, ma è addirittura facile, servono infatti solamente due braccia ¹⁹ che, tramite ripetute compressioni toraciche di facile esecuzione, riescano a mantenere, almeno inizialmente, una sufficiente perfusione renale, unica strategia per ottenere un aumento del riassorbimento di bicarbonato, processo non influenzato, ma addirittura intralciato, da parte di una tecnica ventilatoria bocca a bocca.

Il ruolo del *bystander* è quindi quello di “tamponare”, per i primi minuti dopo l’insulto cardiaco, la discesa del pH ematico del paziente al di sotto dei limiti minimi necessari per la sopravvivenza, in attesa dell’arrivo di soccorsi avanzati, aumentando quindi le

possibilità che la successiva defibrillazione possa essere efficace nel ripristinare il ritmo cardiaco.

Occorre precisare che la rinuncia alla ventilazione durante le manovre rianimatorie deve essere effettuata nel caso di assenza di strumentazione adeguata, è quindi implicito che in presenza di soccorritori addestrati e provvisti del materiale occorrente, la ventilazione deve essere eseguita, in quanto l'eventuale possibilità di ossigenare il sangue migliora l'outcome del paziente che riesce a sopravvivere.

L'esecuzione del solo massaggio cardiaco esterno è quindi raccomandata nel caso in cui il soggetto che presti il soccorso non abbia una preparazione professionale in tecniche rianimatorie, ma anche nel caso in cui vi sia la presenza di personale addestrato, ma in quel momento sprovvisto della giusta attrezzatura.

BIBLIOGRAFIA

1. Iwami T, Kitamura T, Kawamura T, et al. Chest compression-only cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest with public-access defibrillation: a nationwide cohort study. *Circulation*. 2012; 126: 2844-51.
2. Dumas F, Rea TD, Fahrenbruch C, et al. Chest compression alone cardiopulmonary resuscitation is associated with better long-term survival compared with standard cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2013; 127: 435-41.
3. Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010; 122: S685-705.
4. *Harrison's Principles of Internal Medicine*.

5. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010; 81: 1219-76.
6. Sans S, Kesteloot H, Kromhout D. The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J*. 1997; 18: 1231-48.
7. Panizon F. *Principi e pratica di pediatria*, 4 edizione.
8. Makino J, Uchino S, Morimatsu H, Bellomo R. A quantitative analysis of the acidosis of cardiac arrest: a prospective observational study. *Crit Care*. 2005; 9: R357-62.
9. Koster RW, Sayre MR, Botha M, et al. Part 5: Adult basic life support: 2010 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment

recommendations. *Resuscitation*. 2010; 81 Suppl 1: e48-70.

10. Cabrini L, Biondi-Zoccai G, Landoni G, et al. Bystander-initiated chest compression-only CPR is better than standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*. 2010; 2: 279-85.

11. Berg RA, Nadkarni VM. Hands-only cardiopulmonary resuscitation: Bench-to-bedside or bedside-to-bench? *Crit Care Med*. 2010; 38: 2073-5.

12. Abella BS, Aufderheide TP, Eigel B, et al. Reducing barriers for implementation of bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation: a scientific statement from the American Heart Association for healthcare providers, policymakers, and community leaders regarding the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2008; 117: 704-9.

13. Blewer AL, Leary M, Esposito EC, et al. Continuous chest compression

cardiopulmonary resuscitation training promotes rescuer self-confidence and increased secondary training: a hospital-based randomized controlled trial*. *Crit Care Med.* 2012; 40: 787-92.

14. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2013; 310: 1377-84.

15. Ewy GA, Zuercher M, Hilwig RW, et al. Improved neurological outcome with continuous chest compressions compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation.* 2007; 116: 2525-30.

16. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after

cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med*. 2000; 343: 1206-9.

17. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet*. 2010; 375: 1347-54.

18. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, et al. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2010; 304: 1447-54.

19. Leong BS. Bystander CPR and survival. *Singapore Med J*. 2011; 52: 573-5.

LEGENDA DELLE FIGURE

Fig. 1 Percentuale di sopravvivenza in relazione al tempo intercorso tra l'arresto cardiaco e l'inizio dell'esecuzione dei vari anelli della catena della sopravvivenza: allarme precoce, RCP precoce, defibrillazione precoce, trattamento post-rianimatorio.

Fig. 2 Relazione esistente tra la discesa del pH ematico nel paziente in arresto cardiaco, con relativa diminuzione della percentuale di sopravvivenza, e i minuti trascorsi prima dell'inizio della RCP.

Fig. 3 Evoluzione tachiaritmica che si verifica in seguito ad insulto cardiaco.

Fig. 4 Relazione tra la modalità rianimatoria e la sopravvivenza in sottogruppi di pazienti.

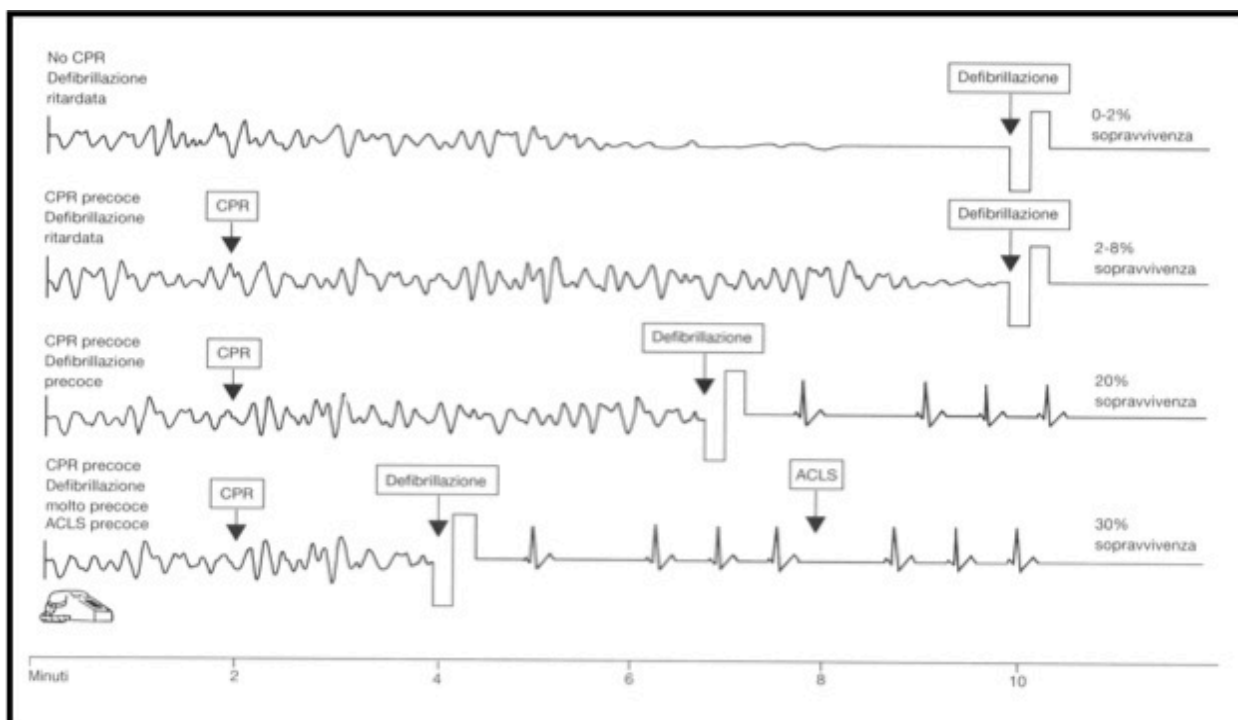


Fig. 1

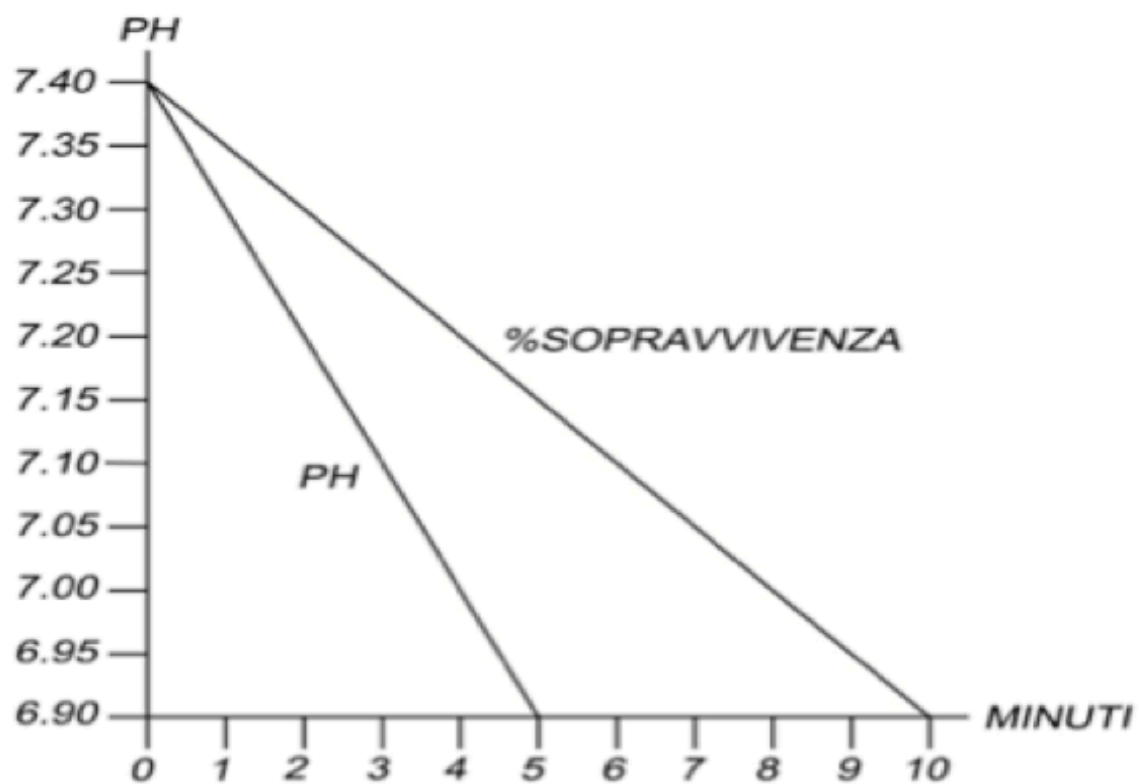


Fig. 2

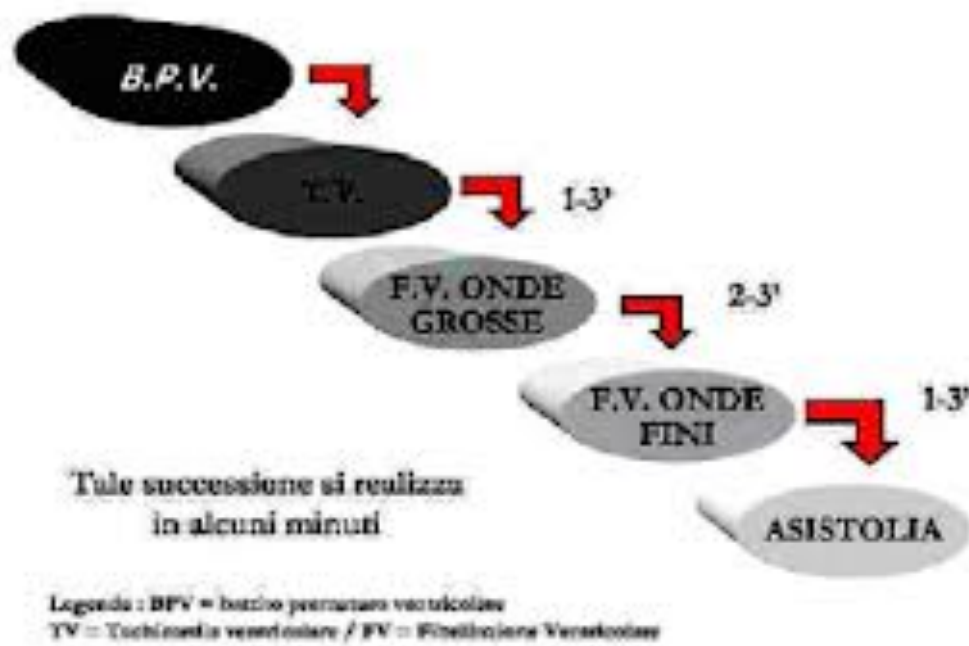


Fig. 3

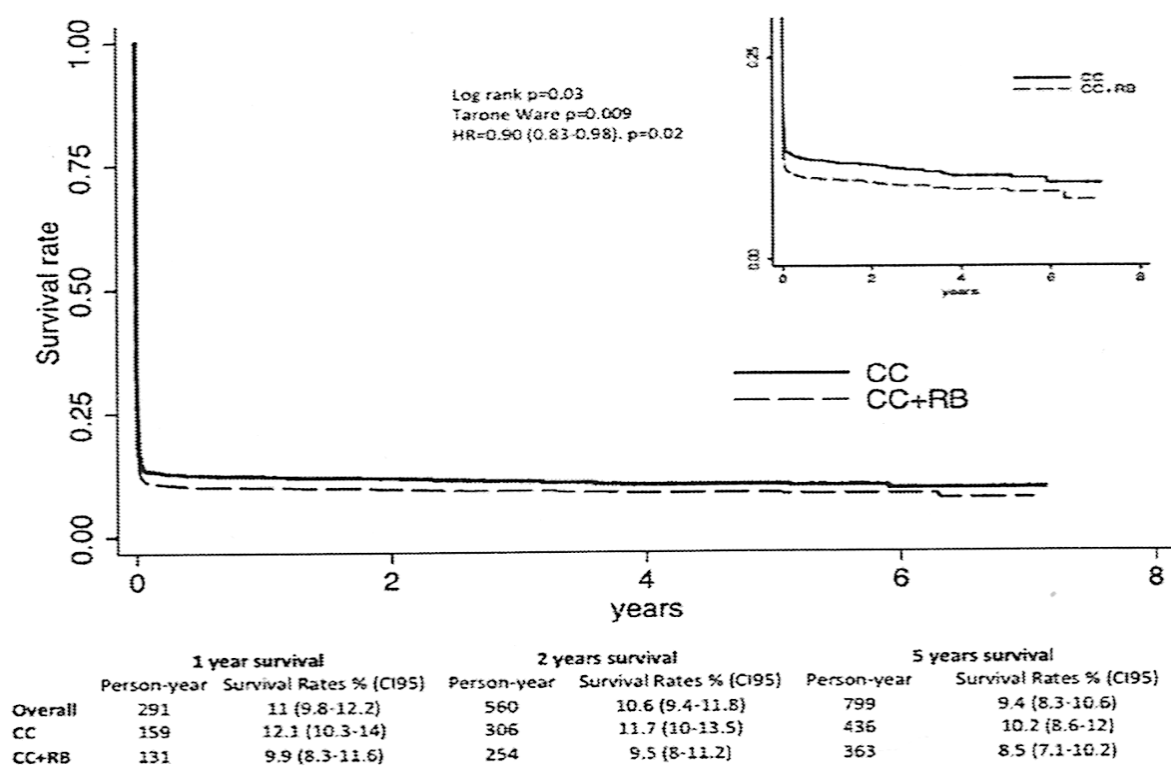


Fig. 4

